Quelques caractéristiques de la pile de Châtillon en tant que source de neutrons thermiques

Autor(en): **Kowarski, L.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **23 (1950)**

Heft [3]: **Supplementum 3. Internationaler Kongress über Kernphysik und Quantenelektrodynamik**

PDF erstellt am: **05.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-422261

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Quelques caractéristiques de la pile de Châtillon en tant que source de neutrons thermiques

par **L. Kowarski** (Paris).

Ce bref exposé suppose connues aussi bien les généralités sur la nature des piles atomiques (voir par exemple[1]) que les propriétés particulières de la pile de Châtillon pour autant qu'elles ont été rendues publiques (voir[2]). Nous admettons notamment que le lecteur a présents à l'esprit: la symétrie essentiellement cylindrique du système; la division en trois zones concentriques (cuve à réaction, réflecteur en graphite, protection en béton); la répartition des ingrédients réagissants (barreaux verticaux en UO_2 gaîné d'aluminium, plongeant dans l'eau lourde); et les dispositifs expérimentaux tels que:

canaux horizontaux traversant le béton et le graphite, radialement ou tangentiellement par rapport à la cuve, et habituellement obturés;

tube creux vertical suivant l'axe de la cuve;

colonne diffusante en graphite («thermal column») encastrée dans le béton sur l'un des côtés de la pile.

A partir du 1er mai 1949 la pile a été soumise à un régime de marche en principe continu, les nuits et les fins de semaine étant utilisées pour la marche à puissance maxima afin d'accumuler les produits de fission et le plutonium dans les barres uranifères, ainsi que d'irradier au maximum les spécimens introduits dans les canaux. La puissance maxima admissible a été trouvée par tâtonnements; comme la chaleur produite est supérieure à la chaleur évacuée (par les parois, surtout directement au-dessus et au-dessous de la cuve à réaction, et par un courant d'air entretenu entre la cuve et le réflecteur, à l'aide de deux ventilateurs), la marche provoque un échauffement du milieu réagissant. En se donnant comme condition de ne jamais dépasser une certaine température (indiquée par un thermocouple plongé dans le ralentisseur non loin du centre de la pile), on arrive à un maximum de 6 à 8 kW pour marches de fin de semaine au milieu d'été, et près de 10 kW pour une marche de nuit ordinaire.

Compte tenu de la nécessité de marcher à faible puissance pour des expériences de physique durant la journée normale de travail, et des arrêts dus à de menus incidents, la conduite de la pile a effectivement réalisé, entre le 1er mai et le 1er septembre 1949, une moyenne journalière de 121 kWh, soit l'équivalent d'une *marche continue à 5 kW*. Il est raisonnable de considérer ce dernier chiffre comme un minimum prudent pour le calcul des longues irradiations futures. Pour les expériences de physique d'une durée de quelques heures ou de quelques jours au maximum, on peut baser les prévisions sur une puissance sensiblement plus élevée.

Les chiffres ci-dessus résultent de l'intégration de la densité neutronique. La distribution de cette densité, à l'intérieur du milieu réagissant et dans le réflecteur, a été calculée théoriquement et nos mesures d'intensité, en unités relatives, au moyen de détecteurs de Mn ont confirmé ces calculs d'une manière satisfaisante. Nous avons étalonné nos mesures relatives par rapport à la densité mesurée dans l'eau à 10 cm d'une source de Raα + Be d'intensité absolue connue. Pour cette dernière donnée, nous ne disposons pour le moment que d'une valeur provisoire, comportant une possible erreur de 10 à 15 %, qui se retrouve proportionnellement dans notre évaluation de la puissance de la pile.

En exprimant, selon l'usage, les densités neutroniques sous forme de «flux» (nombre de neutrons par cm^3, multiplié par la vitesse moyenne conventionnelle de 2200 m/sec), nous trouvons pour un régime normal de marche à grande puissance:

1. Flux à la mi-hauteur du tube creux formant l'axe vertical central de la pile: $3 \cdot 10^{10}$ neutrons par $cm^2 \cdot sec$.

2. A la mi-hauteur d'une génératrice de la paroi extérieure du milieu réagissant: $1{,}1 \cdot 10^{10}$.

3. Au fond du canal radial à la mi-hauteur de la pile, le plus près possible de la cuve: $1{,}0 \cdot 10^{10}$.

4. Dans le canal tangentiel, le plus près de la cuve: $0{,}84 \cdot 10^{10}$.

5. Dans le canal radial, à la frontière réflecteur/béton: $6 \cdot 10^8$.

6. En dehors de la pile, à 1 mètre de la face du béton, dans l'axe du canal radial vidé de son bouchon: $0{,}9 \cdot 10^6$.

7. Sur la face extérieure de la colonne diffusante: $2{,}2 \cdot 10^4$.

Pour les expériences qui demandent une puissance constante, il est facile d'obtenir celle-ci, c'est-à-dire la réactivité zéro, en manœuvrant les contrôles chaque fois que la puissance observée montre une tendance à s'écarter du niveau choisi. Si, au contraire, l'expérience demande que l'on ajoute à la réactivité, ou en retranche, une

fraction $\triangle k$ réglable à volonté, il est intéressant de signaler quelle est la vitesse et la reproductibilité des moyens dont l'opérateur dispose à son gré:

1. Les plaques de contrôle en métal cadmié:
Position reproductible à 0.5 mm près, correspondant à
$\triangle k = 0{,}25 \cdot 10^{-5}$ ou «un quart pour cent mille».

2. Le niveau de l'eau lourde dans la cuve à réaction:
Position reproductible à 1 mm près, correspondant à
$\triangle k = 5 \cdot 10^{-5}$ ou «cinq pour cent mille».

3. Température de l'eau lourde. Nous mentionnons ce facteur surtout pour mémoire, car il ne dépend pas entièrement de l'opérateur. Si la puissance est suffisante pour faire varier la température de 10° ou 20° au cours d'une expérience, la réactivité décroît d'une quantité nettement supérieure à ce qui serait admissible en tant qu'une petite correction. Il est donc essentiel d'exécuter les expériences de quelque durée à faible puissance si l'on veut éviter tout déplacement appréciable des contrôles. L'inertie thermique du système contribue heureusement à amortir les variations normales de la température ambiante.

La valeur de l'«unité pour cent mille» employée ci-dessus résulte de son nom; c'est ainsi que, par exemple, une réactivité de 100 p.c.m. correspond à k effectif = 1,001. D'après les définitions expérimentales de l'«inheure» américaine, 1 ih = 2,5 p.c.m.

L'étalonnage des contrôles en fractions de k (inheures ou p.c.m.) exige l'observation de la montée exponentielle de la puissance à réactivité constante et son interprétation d'après les formules cinétiques bien connues (voir par exemple[3]). Dans les piles à eau lourde, le comportement cinétique dépend non seulement (comme c'est le cas des piles au graphite) des neutrons différés de fission, mais aussi des photoneutrons produits dans l'eau lourde par les rayons gamma émanant des produits de fission accumulés dans les barreaux uranifères. L'évaluation de cette influence dépend à la fois des propriétés connues des produits de fission (voir [4]), et des caractéristiques de la pile (dimensions et distribution spatiale des ingrédients). Notre étude théorique de ces facteurs n'est pas encore terminée; par conséquent, la traduction des temps de montée en p.c.m. (ou inheures) suivant la formule bien connue

$$k - 1 \approx \sum \frac{\beta_i \tau_i}{T + \tau_i}$$

(avec $\beta_0 \tau_0 \approx$ vie moyenne du neutron thermique dans le système, et les autres valeurs de l'indice i couvrant tous les neutrons différés

de fission et gamma-n) n'a pas encore acquis toute la précision désirable.

Le cas où la réactivité est périodiquement déprimée et rétablie, au moyen d'une introduction oscillatoire d'un corps qui absorbe les neutrons thermiques a été étudié théoriquement[5]) et expérimentalement[6])[7]) et l'application de ce procédé à la mesure des propriétés absorbantes de diverses substances est désormais bien connue. Dans des expériences préliminaires réalisées à Châtillon, l'absorbant oscille à l'intérieur du tube creux axial, entre la région centrale de la pile et la région au-dessus du niveau de l'eau lourde. La période totale de l'oscillation est actuellement de 28 secondes (10 sec pour le séjour en haut ou en bas et 4 sec pour le déplacement) et la puissance oscillante de la pile est suivie par un galvanomètre accordé sur cette période. Le seuil de sensibilité atteint jusqu'ici est de l'ordre de 0.5 mm^2, c'est-à-dire: il est possible de distinguer entre deux corps absorbants dont les produits $\Sigma n_i \sigma_i$ (n nombre de noyaux absorbants d'espèce i présents, σ_i section de capture de chacun de ces noyaux pour les neutrons thermiques) diffèrent d'au moins $5 \cdot 10^{21}$ barns.

La plupart des expériences et mesures citées ci-dessus ont été exécutées en collaboration avec MM. Ertaud, Baugé, Fauquez, Vautrey et Cohen; nous avons l'intention de les décrire dans des publications plus détaillées.

Bibliographie.

[1]) "The Science and Engineering of Nuclear Power" (séminaires M.I.T.), en particulier chap. 9, 5 et 8.

[2]) «Atomes», numéro spécial de février 1949.

[3]) Comme [1]), p. 168, vol. I.

[4]) Bernstein, Preston, Wolfe, Slattery, Phys. Rev. **71**, 573 (1947).

[5]) Weinberg et Schweinler, Phys. Rev. **74**, 851 (1948).

[6]) Langsdorf, Phys. Rev. **74**, 1217 (1948).

[7]) Hoover, Jordan, Moak, Pardue, Pomerance, Strong, Wollan, Phys. Rev. **74**, 864 (1948).